

IL DIBATTITO SUL REALISMO SCIENTIFICO - LOSEE CAPITOLO 18

Il dibattito sul realismo negli ultimi quaranta anni parte da due domande:

1) qual è il ruolo cognitivo della scienza, cioè *cosa conosciamo* nella scienza?

2) come si spiega il *progresso cognitivo* nella storia della scienza?

La risposta **realista** ad 1) è che *le teorie scientifiche vere rappresentano la struttura dell'universo*.

La risposta **realista** a 2) è che il crescente successo della scienza nel prevedere i fenomeni riflette una *approssimazione sempre più adeguata alla verità*.

La risposta **antirealista** ad 1) è che le teorie scientifiche sono solo *strumenti per predire i fenomeni* e non per descrivere il mondo così come veramente è.

La risposta **antirealista** a 2) è che il concetto di approssimazione alla verità non è ben definito e che lo sviluppo di una teoria può portare a predire sempre più accuratamente i fenomeni senza che i suoi termini si riferiscano ad alcunché.

Esempi:

a) La posizione di Galileo nel dibattito tra modello geocentrico (Tolomeo) ed eliocentrico (Copernico) dell'universo è *realista* mentre quella del "salvare le apparenze" di Osiander, Bellarmino e Urbano VIII sono *antirealiste*.

b) Antirealista è anche la *prima* risposta di Tolomeo al fatto che è possibile spiegare il moto dei pianeti sia con il modello epiciclo-deferente sia con il modello dell'eccentrico mobile (vedi Losee, Capitolo 2, 3.1, pp.33-35)

La *seconda* posizione di Tolomeo nello scritto *Hypotheses Planetarum* è invece realista.

c) Negli anni settanta le nuove scoperte della tettonica a placche e della struttura del DNA ed il loro successo nello spiegare la "deriva dei continenti" ed il fenomeno dell'ereditarietà apparivano come avanzamento verso la verità, come scoperte della struttura del mondo (*realismo*).

Nel 1978 Hilary Putnam sostenne che se non si adotta una posizione realista non si può spiegare il progresso scientifico (*realismo sulla verità*). E poiché il progresso porta ad accettare alcune proprietà degli *oggetti teorici* ed a scartarne altre, ne segue che tali oggetti devono esistere.

Larry Laudan (*Progress and its Problems*, Berkeley CA 1977) sostenne che la teoria tolemaica realizzò un grande progresso predittivo migliorando i modelli planetari anche se questi non descrivevano alcunché.

Inoltre

d) le teorie del *flogisto* (sostanza presente nei corpi infiammabili) di J.Becher e G.Stahl (XVII secolo) e del *calorico* (sostanza che fluisce dai corpi caldi a quelli freddi, che rimane in quantità costante nell'universo) di A.Lavoisier (1783) spiegano i fenomeni termici anche se il flogisto ed il calorico non esistono.

e) Lo stesso vale per l'ipotesi dell'*etere*, sostanza che vibrerebbe nei processi elettromagnetici.

Per Laudan il successo predittivo non è indicatore di verità ed inoltre il "progresso verso la verità" è un concetto inutile se non è possibile dimostrare che una teoria è vera. Ma come ha mostrato Hume, nessun grado di evidenza empirica può garantire che gli enunciati universali veri nel passato resteranno veri nel futuro, dunque non sappiamo cosa vuol dire progresso verso la verità.

Oltre al realismo sulla verità, vi sono altri tipi di realismo: il *realismo sulle entità* ed il *realismo sulla struttura*.

Rom Harré (*Varieties of Realism*, Oxford 1986) distingue tre tipi di oggetti:

1) *entità osservabili* con sperimentazione diretta;

- **esempi**: il pianeta Marte, la fossa atlantica la vena porta renale

2) *entità attualmente non osservabili*, ma che sono oggetto di esperienza possibile attraverso strumenti che potenziano i sensi umani;

- **esempi**: la teoria della circolazione del sangue di William Harvey (1628) postulava l'esistenza di condotti capillari che collegassero arterie e vene; questi furono osservati al microscopio da Marcello Malpighi (1661) Similmente i microrganismi e le stelle a raggi X sono stati ipotizzati e poi osservati.

La scoperta delle entità di tipo 2 dipende da una teoria adeguata del funzionamento degli strumenti scientifici (vedi sotto, capitolo 19).

3) *entità che non possono essere osservati con strumenti scientifici*, ma la cui esistenza può essere postulata dai loro effetti.

- **esempio: l'elettrone**. L'esperimento di Millikan mostra solo che le cariche elettriche sono quantizzate (sono cioè di misura discreta, multipli interi di una carica minima). Invece l'elettrone è una entità teorica che viene postulata per spiegare il comportamento delle cariche elettriche.

- L'*elettrovolt* è definito come l'energia cinetica acquistata da un elettrone libero quando è accelerato da una differenza di potenziale elettrico di 1 volt nel vuoto.

- **esempio: i neutrini**. Non possiamo osservare i neutrini, ma la loro esistenza è postulata per spiegare eventi osservabili come il seguente.

* In una soluzione di cloruro di cadmio diluito con acqua **osserviamo** due lampi di raggi gamma di 0,51 MeV (= mega elettronvolt, un milione di elettronvolt) emessi in direzione opposta, seguiti da tre o quattro lampi di raggi gamma di energia complessiva di 9 MeV.

* **Ipotizziamo** che un neutrino abbia interagito con un nucleo di idrogeno in una molecola di acqua in modo da produrre un neutrone ed un positrone. ipotizziamo anche che il positrone si annichili immediatamente incontrando un elettrone, e che questa collisione causi la prima emissione di raggi gamma di 0,51 meV. Inoltre ipotizziamo che il neutrone viaggi per un tratto prima di essere assorbito da uno ione cadmio e che questo assorbimento produca i lampi successivi di 9 MeV.

* **Giustificiamo** l'ipotesi dell'esistenza dei neutrini con l'osservazione che nessun'altra reazione nucleare è nota che produca *la stessa configurazione e sequenza di raggi gamma* (come risultato di collisioni con altre particelle).

Il **realismo sulle entità** sostiene che le entità di tipo 1 ed alcune entità di tipo 2 esistono. Il realismo delle entità non richiede che esistano le entità di tipo 3.

Secondo Ian Hacking "*le entità che in linea di principio non possono essere osservate vengono regolarmente manipolate in maniera da produrre nuovi fenomeni e da poter indagare ulteriori aspetti della natura*". La migliore prova dell'esistenza degli elettroni è che possono venire orientati in modo da ottenere informazioni attraverso i microscopi elettronici.

Lo **strumentalismo** sostiene che occorre distinguere tra **verità** ed **adeguatezza empirica**. Secondo Bas Van Fraassen (*The Scientific Image*, Oxford 1980), in generale la distinzione appropriata è tra teorie empiricamente adeguate ed empiricamente inadeguate. È ragionevole domandarsi se una asserzione sia vera o falsa solo se riguarda solamente oggetti *che possono essere osservati dai sensi umani privi di ausili strumentali*. Nel caso di entità teoriche non osservabili ad occhio nudo è opportuno mantenere un atteggiamento agnostico.

- **Esempio**: i crateri di Nettuno potrebbero essere osservati ad "occhio nudo" da un astronauta.

Ian Hacking risponde che la distinzione tra osservabili ad "occhio nudo" e osservabili attraverso strumenti non è rigida.

- **Esempio**: nell'osservazione microscopica talvolta si utilizzano reticoli indicizzati che vengono realizzati per riduzione fotografica da oggetti disegnati a mano. Se i reticoli sono stati osservabili prima della riduzione, lo rimangono anche durante l'osservazione microscopica. Ma allora perché gli oggetti in essi contenuti non dovrebbero essere osservabili?

Realismo Strutturale. Secondo John Warrol (Structural Realism: The Best of both

worlds? *Dialectica* 43 1989) non è la verità oggettiva di intere teorie che va sostenuta, né l'esistenza degli oggetti teorici delle teorie che hanno successo, ma un corrispondenza biunivoca tra la forma matematica delle teorie e la struttura fisica della realtà.

Esempio: Secondo Augustin-Jean Fresnel (1788-1827) la luce è la periodica compressione e rarefazione di un mezzo elastico, l'etere. James Clerk Maxwell sostenne che la luce è un campo magnetico oscillante. Nell'articolo *A dynamical theory of the electromagnetic field*, 1865, scrisse che la concordanza dei risultati sulla velocità delle onde magnetiche e della luce "sembra mostrare che la luce ed il magnetismo sono modificazioni della stessa sostanza, e che la luce sia una perturbazione elettromagnetica che si propaga attraverso il campo secondo le leggi elettromagnetiche." Le due teorie concordano nel sostenere la luce si propaga per moto rettilineo con due componenti trasversali di uguale intensità. Inoltre le equazioni che rendono conto dei fenomeni di polarizzazione sono le stesse nelle due teorie. Warrol commenta:

"Sembra che Fresnel abbia completamente sbagliato nell'identificare la *natura* della luce, ma nondimeno non è un miracolo che la sua teoria goda del successo predittivo che ha avuto; non è un miracolo perché la teoria di Fresnel, come la scienza riconobbe più tardi, attribuisce alla luce la *struttura* giusta."

Secondo Harré e Madden (*Causal Powers*, Oxford 1975), la differenza tra *realismo sulle entità* e *realismo sulla struttura* si ricollega a due orientamenti metafisici presenti all'interno della fisica, quello corpuscolare e quello ondulatorio. Secondo il primo, le entità ultime della natura sono particelle "centri di potenza" mentre il secondo, nella prospettiva del Grande Campo che unifica tutte le forze della natura, vede la realtà come un unico oggetto "fluido".

LA PRATICA SPERIMENTALE - LOSEE CAPITOLO 19 (solo in inglese)

In che cosa differisce un risultato sperimentale "genuino" da una costruzione creata dall'apparato sperimentale?

Allan Franklin (*The Epistemology of Experiment*, in *The Uses of Experiment*, Gooding, Pinch e Schaffer ed., Cambridge 1989) identifica alcune strategie usate dagli scienziati per operare questa distinzione.

1. Si dimostra che *l'apparato di osservazione e misurazione* rende conto correttamente dei fenomeni noti.
2. Si mostra che *la procedura sperimentale seguita* rende conto correttamente dei fenomeni noti.
3. Si usano *diversi tipi di strumenti* per generare risultati sperimentali.
4. Si sostiene che *alcune caratteristiche dei risultati sperimentali confermano il loro status di fatti* e non di illusioni ottiche.
5. Si sostiene che *esiste una teoria ben confermata del funzionamento dell'apparato scientifico* e quindi è giustificato estendere l'uso dello strumento

ad un altro tipo di fenomeni.

Esempi.

- * Nel caso dell'uso del telescopio, Galileo poteva sostenere che quando applicato ad oggetti vicini (1) lo strumento e (2) la procedura di osservazione, cioè il modo di guardare in esso, rendevano conto dei fatti già osservati ad "occhio nudo".
- * Per quanto riguarda (3), l'uso di diversi tipi di microscopi (ottici, elettronici, ecc.) rende più attendibili i risultati confermati da tutti i diversi strumenti.
- * Nel caso dell'*esperimento del neutrino* è molto importante ripetere l'esperimento in altre regioni del mondo, per dimostrare che i risultati non dipendono da particolari circostanze dell'acceleratore del CERN di Ginevra e delle apparecchiature sotto il Gran Sasso.

Andy Pickering (Living in the Material World, in *The Uses of Experiment*, cit.) nota che nel caso di Galileo mancava il punto (5); non vi era cioè una teoria plausibile del funzionamento del telescopio. Inoltre anche le regole (1) e (2) erano in dubbio: sulla terra il telescopio ingrandiva tutti gli oggetti, mentre nel cielo ingrandiva i pianeti ma rimpiccioliva le stelle. il telescopio talvolta produceva immagini divise e *le osservazioni telescopiche contraddicevano alcune osservazioni fatte ad occhio nudo*: per esempio le carte della luna disegnate da Galileo erano in contrasto con quelle fatte senza il telescopio. Questo spiega perché le obiezioni degli oppositori di Galileo non erano del tutto infondate.

Pickering conclude che la *produzione di un fatto sperimentale* richiede concordanza tra tre elementi

- (a) una procedura materiale di sperimentazione;
- (b) un modello di come funzionano gli strumenti di osservazione e misurazione;
- (c) un modello dei fenomeni considerati.

Tuttavia Galileo cercò di ottenere la coerenza tra i punti (a), (b) e (c). Inoltre aveva buone ragioni per sostenere che le macchie solari non erano illusioni create dal telescopio - vedi punto (3).

Infatti Galileo osservò che le macchie si muovevano sulla superficie del sole, più velocemente quando le macchie erano verso il centro del disco solare e più lentamente ai bordi; inoltre verso il centro apparivano rotonde e nei bordi ovali. Questo è esattamente ciò che ci si aspetta se le macchie sono proprietà della superficie solare e dunque fatti sperimentalmente accertati, non illusioni ottiche.

In effetti la posizione delle macchie solari (si veda Losee pag.270 nella sola versione inglese) è uno degli argomenti più forti per la teoria copernicana di cui Galileo disponeva.

Infatti la diversa inclinazione dei percorsi delle macchie solari (nelle linee da sud-ovest a nord-est nell'equinozio d'autunno, da nord-ovest a sud-est nell'equinozio di primavera ed orizzontale nei solstizi) è compatibile sia con la rotazione annuale del sole attorno alla terra (Tolomeo) sia con la rotazione annuale della terra attorno al sole (Copernico).

Invece il fatto che nell'ipotesi tolemaica la *rotazione diurna del sole attorno alla terra non provochi una modificazione di quella inclinazione* è spiegabile solo con un movimento di oscillazione dell'asse di rotazione del sole come se fosse rigidamente collegato a quello della terra, un'ipotesi assolutamente inspiegabile da un punto di vista dinamico.